الأكاديمية للدراسات
الإجتماعية والإنسانية

الصّوت اللّغوي والحوسبة الآلية

أ : راضية بن عريبة

جامعة حسيبة بن بوعلي– الشلف – كلية الآداب واللغات – قسم اللغة العربية وآدابها
radiabenariba@yahoo.fr

ملخص :

اللّغة نظام صوتي، وللأصوات مكانة متميّزة بين مكوّنات اللّغة فهي أقدم أشكال الاتّصال بين بني البشر وقد ظلّت الدّراسات العربيّة ذات قيمة خاصّة ولا سيما في مجال الصّوتيات التّجريبية الآلية.

والصّوت اللّغوي هو ما يصدر عن الإنسان دون غيره، فالجهاز النّطقي للإنسان قادر على إنتاج أصوات كثيرة؛ فالأصوات الصّادرة عنه تكون ذات معنى، فتنتقل رسالة محدّدة من عقل إنسان إلى آخر.

والمظهر الصّوتي يختلف عن المظهر الكتابي في اللّغة لاختلاف طبيعتها، فالأوّل : مُنجز بذبذبات، أمّا الثاني : فنظام رموز اصطلاحيّ، يستعمل أشكالا خطيّة مُتواضع عليها لتقييد أصوات اللّغة، لذلك وضع اللّغويون – بغضّ النّظر عن لغاتهم – للتّعرّف على الأصوات اللّغوية رموزا لجميع الأصوات في اللغات البشرية كافة وتسمّى االأبجديّة الأصواتية العالميّة.

ولقد أفادت الدّراسة المخبريّة في تعيين الصّفات الفيزيائية للصّوت اللّغوي داخل البنية اللّغوية، بما يحدث فيها من تأثير وتأثّر بين الأصوات، وذلك لوضع أنموذج صوتي يتكوّن من توصيف دقيق للصّوت المرجعيّ (الثّابت) واختلاف طرق أدائه من ناطق إلى آخر عن طريق المحلل الصوتي.

الكلمات المفتاحيّة :

الدّراسة الآلية – النّظام الصّوتي – التّحاليل الصّوتية – المكوّنات الآليّة – الشّكل الموجيّ – محلّل الصّوت – الطّيف – الأنموذج الصّوتيّ.

تمهيد :

اللّغة نظام صوتّي(sound system)، وللأصوات مكانة متميزة بين مكونات اللّغة، فهي أقدم أشكال الاتّصال بين بني البشر. والأصوْات أساس اللّغة على حد تعبير ابن جني في تعريف اللّغة : أمّا حدّها فإنّها أصوات يعبّر بها كلّ قوم عن أغراضهم⁽¹⁾. وهو بهذا التّعريف يسبق علماء اللّغة المحدثين عندما يقرّون أنّ اللّغة في أساسها نظام صوتيّ، وأنّ الكتابة نظام تابع له⁽²⁾.

1- ماهية الصّوت :

الصّوت ظاهرة طبيعيّة، وشكل من أشكال الطّاقة، وهو يستلزم وجود جسم في حالة اهتزاز أو تذبذب، وهذه الاهتزازات أو الذّبذبات تنتقل عبر وسط معيّن حتى تصل إلى أذن الإنسان⁽³⁾. وقد فرّق العلماء بين نوعين من الأصوات :

1 – النّوع الأوّل : هو الصوت الطّبيعي؛ يصدر من ظواهر الطبيعة وموجوداتها.

2 – النّوع الثّاني : وهو ما يصدر عن الإنسان دون غيره، فالجهاز النّطقي للإنسان قادر على إنتاج أصوات كثيرة ؛ فالأصوات الصّادرة عنه تكون ذات معنى، فتنتقل رسالة محدّدة من عقل إنسان إلى آخر⁽⁴⁾.

وقد درس ابن سينا الصّوت اللّغوي دراسة علميّة في رسالته، فعرّف الصّوت بوصفه ظاهرة فيزيائية في الفصل الأوّل أمّا الفصل الثاني فتكلّم عن حدوث الأصوات اللّغوية، وفي الفصل الثالث تكلّم عن تشريح الحنجرة واللّسان⁽⁵⁾، وفي الفصل الرّابع تحدّث عن صفات ومخارج أصوات العربية؛ وميّز فيها بين الصّائت والصّامت، أمّا السّادس فخصّصه للحروف الشّبّيهة⁽⁶⁾.

والصّوت اللّغوي هو الذي يهمّنا باعتبارِه ظاهرة طبِيعيّة في الوقت نفسه ظاهرة سيكولوجيّة(7).

والإمالة – ممّا لا شكّ فيه – ظاهرة صوتيّة، فهي تقريب الصّوت من الصّوت(8).

2- مراحل الصّوت :

يتمّ الصّوت اللّغوي على مراحل، حيث أنّه كغيره من الأصوات الطّبيعية ينشأ باصطدام الهواء المندفع من الرّئتيْن بالأوتار الصّوتية في الحنجرة؛ ثمّ يمرّ من خلال الفم أو الأنف حتى يصل إلى أذن السّامع(9).

وهو يتميّز بثلاث مراحل(10) :

1. مرحلة الإصدار : يمثّلها الجانب النطقي للمتكلّم، أي خروج الأصوات من فم التكلّم. وهذا مجال علم الأصوات النطقي أو العضوي أو الفزيولوجي.

2. مرحلة الانتشار : وتتمثّل في الذّبذبات أو الموْجات الصّادرة من فم المتكلّم والمنتشرَة في الهـواء ليصل إلى المستمع وهذا مجالب علم الأَصوات الفيزيائي أو الأكوستيكي(11).

3. مرحلة الاستقبال : وتتمثّل في الجهاز السّمعي لدَى السّامع وكيفيّة وصول الصّوت الصّادر عن المتكلّم والمنتشر في الهواء، ليصل إلى أذنه(12)، وهذا مجال اختصّ به علم الأصوات السمْعي(13).

وفيما يلي رسم توضيحيّ لمراحل انتقال الصّوت اللّغوي(14) :

ومع ذلك كان للعرب القدامى جهود عظيمة في الدّرس اللّغوي تنمّ عن فهم مبكّر ودقيق لطبيعة الدّرس اللّغوي، كما تدلّ على معرفة تامّة بالجهاز النّطقي وأعضائه، فعكَفوُا على دراسة صوْت لغتهم وتمكّنُوا من وَصْفه وصفاً دقيقاً، وَوَضعُوا القوانين والقَواعد وخصائص الأصوات بعضها ببعض(15).

والأصوات أجزاء من مقاطع، دراستها مرْتبطة بعلم الأصوات السّمعي، وعلم وظائف الأعضاء ارتباطاً وثيقاً، ويمكن قياسُها قياساً موضوعياً(16).

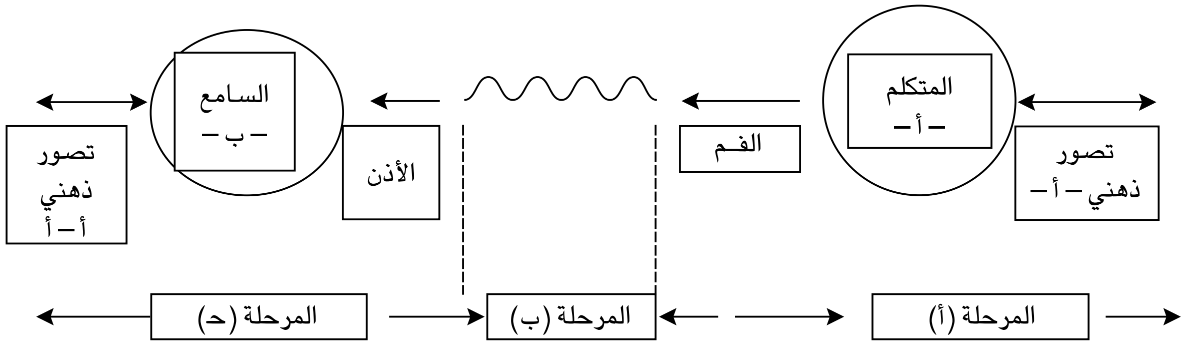
وتقوم الأصوات اللّغوية على عمليّة إنتاج المقطع، وعلى نظام النّبضات الصّدريّة ؛ وإلى جانب ما تقدّم فإنّ عملية إنتاج التّيّار الذي نستعمله عند التّكلم هو نظام الحركات العضليّة الشّبّيهة بالنّبضات، يتكوّن من سلسلة من الانقباضات التي تقوم بها العضلات واحدة منها مع واحدة من النبضات الصّدرية وتدعمّهُا(17).

فمن النّاحية الفيزيائية في إصدار الصّوت اللّغوي من المصدر الذي ينطلق منه الصّوت بالنّسبة لأعضاء نطقه مسألة معقدّة لأنّها مرتبطة بإدراك هذا الصّوت لدَى المتلقّي(18).

3- الصّوائت والصّوامت :

1/ تقسيم اللّغويين القدامى :

تنبّه اللّغويّون القدامَى لكيفيّة حدوث الصّوت اللّغوي، ومواضع حدوثه، فوضعُوا الجهاز النّطقي بدقّة ولاحظوا انقسَام الصّوت إلى صَامت وصَائت.



ولقد أصبحت دراسة الأصوات علْماً مستقلا بذاته، له أهمية بين العلوم الأخرى، لكنّ تاريخه ليْس بالَأمر الهيّن على العكس معظم العلوم، فعلم الأصوات لم يظهر كعلْم مستقلّ، ولم تظهر كتب متخصّصة تناولت تاريخ هذا العلم،

أ – تقسيم الخليل بن أحمد الفراهيديّ (ت : 175 هـ) :

درسَ الخليل في مقدّمة معجمهبالعيْن االصّوت اللّغوي مفرداً، معزولاً، ومجردّاً عن سياقه(19)، وقسّم

أصوات اللّغة مُعتمداً على حسِّه الصّوّتي(20)، مبتدأ من الحلق ومنتهياً بالشَفّتيْن، وهَذا ما جعله يدْرس أعضاء النّطق، ويصنّف الأصوات إلى صحيحة وصائتة، ثمّ درس تصنيفه الصّوامت، أو الحروف الصّحاح كما سمّاها حسب مخرج الصّوت وصفات النطق، والجهر والهمس، وقرّر أنّ الصوائت هوائية جوفيّة(21).

ب – تقسيم سيبويه (ت : 180 هـ) :

واَصل َسيبويه طريق أستاذه ب الخليل، فقسّم أصوات العربية حسب مخارجها وأحيازها، ووصف كلّ صوت منها وصفاً دقيقا(22)، حيث نرى تصنفه للأصوات(23) :

– حسب المخارج.

– حسب ما يُعرف ب (وضع الأوتار الصّوتية) ممّا سمّاه سيبويه بالجهر والهمس.

– حسب طريقة النطق: حيث تكلّم عن:
- ❋ شديدة.
- ❋ رخوة.
- ❋ مابين الشديدة والرّخوة.

وقد أورد سيبويه دراسته الصّوتيّة أثناء كلامه على ظاهرة الإدغام(24).

ج – تقسيم ابن جنّي (ت : 392 هـ) :

جاء أبو الفتح بن جنّي، فاستعمل في كتابه سرّ صناعة الإعراب امصطلحب علم الأصواتالأوّل مرّة(25). فوضّح ملامح الصّوت اللغويّ بدليل تحديده مقاطع الصّوت التي تثنيه عن الامتداد والاستطالة، وميّز بين الجَرس الصّوتيّ لكلّ حرف المعجمي،فتلمس لكلّ حرف جرساً، ولكلِّ جرس صوتاً(26).

ومع أنّ الاهتمام المبكر كان منصباً على الأصوات السّاكنة وهي الصّوامت،وقد عبرّ عنها العلماء برموز كتابيّة معيّنة إلا أنّهم أشاروا إلى الأصوات الصّائتة واعتبروها أبعاض تلك الحروف، وقد كان ابن جنّي سبقّاً إلى هذا، بقوله : اعلم أنّ الحركات أبعاض حروف المدّ واللين(27).

2/ تقسيم اللّغويّين المُحدثين :

إنّ تقسيم اللّغويين المحدثين لا يختلف كثيراً عن تقسيم الغويّين القدامى إلاّ في وضع بعض المصطلحات العلميّة أو في دقّة تحديد مخرج الصّوائت مع الزّمن المستغرق لنُطقها وتحديد الفرق بينها وبين الصّوامت، حيث نجد أنّ كلاّ من مجدي إبراهيم محمد إبراهيم اومنصور بن محمّد الغامديّ وإبراهيم أنيس وغيرهم يتّفقون على أنّ الأصوات اللغويّة تنقسم إلى قسمين رئيسين هما(28) :

- ❋ الأول : الصوامت : Consonants.
- ❋ الثاني : الصّوائت : Vowels.

فالصّوامت مثل : /ب/–/ت/–/ث/–/ج/–/ح/...

أمّا الصّوائت في العربيّة فهي(29) :

الفتحة : /ـَ/ والضمّة /ـُ/ والكسرة /ـِ/

والفتحة الطويلة /ـَا/ : وهي ألف مسبوقة بفتحة.

والضمّة الطويلة /ـُو/ : وهي واومسبوقة بضمّة.

والكسرة الطّويلة /ـِي/ : وهي ياء مسبوقة بكسرة.

وتحدث الأصوات الصائّتة «vowels» عندما ينطلق الهواء معها انطلاقا تاماًّ بحيث لا يعوقه عائق في أي منطقة من مناطق النّطق، وهذا خاصّ بحروف المدّ والحركات القصيرة(30).

أمّا الأصوات الصّامتة «consonants» فتحدث عندما ينْحَبس الهواء في أثناء النّطق بها في أية منطقة من مناطق النّطق انحباَساً كليّا أو جزئيّا، فالانحباَس الكليّ في مثل صوت (التّاء) والجزئيّ في مثل صوْت (السّين)(31).

ثمّ إنّ أمَدَ الصّوائت الطّويلة أطْوَل من أمد الصّوائت القصيرة – بمعنى آخر – تبقى أعضاء النّطق َفي وضْع واحد لفترَة أطْول عند نطق الصّوائت الطّويلة منها عند نطق الصّوائت القصيرة، ولديْنا في اللّغة العربية ثلاث صوائت قصيرة يقابل كلّ واحد منها صائت طويل له تقريباً صفات الصّائت القصير نفسها ؛ أيْ ينطق بالطّريقة نفسها تقريباً، فالكيْفيّة هنُا شبْه ثابتة، أمّا الأمَدَ (الزّمن) فمتُغيّر، ويبلغ زمن الصّوائت القصيرة، في اللّغة العربيّة – (80 ملي ثانية للقصيرة و160 ملّي ثانيّة للطّويلة)(32). والصّوائت العربيّة كلّها مجهورة، إلاّ في حالات استثنائيّة نادرة(33) ؛ والصّواب أنّ بيْن الحَركات شبْهاً كبيراً حيْث أنّها جميعا تُوصَف بالانطلاق(34).

والفرْق بيْن الصّوامت والصّوائت، هو أنّ الأولى يصْحَبُها تقاَرب بين عضويّ النّطق ممّا يؤدّي إلى وقف تامّ للهواء الخارج من الرّئتين أو اضطراب فيه؛ أما الصّوائت فإنّ درجة اقتراب عُضويَ النطق من بعضهما أقل من ذلك الحاصل في نطق الصّوامت(35).

المعالجة الآلية للصّوت اللّغوي :

1 – الكتابة الصّوتية العالميّة

ليتمكّن اللغويون – بغضّ النّظر عن لغاتهم – من التعرّف على الأصوات اللغوية وَضعت المُنظّمة العالمية للصّوتيات «International Phonetic Association» رموزا لجميع الأصوات في اللغات البشرية كافة وتسمّى الأبجديّة الأصواتية العالميّة

«International Phonetic Alphabet» والمعروفة اختصاراً ب « .I.P.A »(36).

فالمظهر الصّوتي يختلف عن المظهر الكتابي في اللغة لاختلاف طبيعتها، فالأوّل : مُنجز بذبذبات. أمّا الثاني : فنظام رموز اصطلاحيّ، يستعمل أشكالا خطيّة مُتواضع عليها لتقييد أصوات اللّغة(37).

1 – الصّوامت(38) :

الصوت	رمزه	الصوت	رمزه
الباء	[b]	الضّاد	[ð]
الواو	[w]	الميم	[m]
الفاء	[f]	الثّاء	[.θ]
الذال	[.]	الدّال	[d]
الظاء	[.]	الزّاي	[z]
التاء	[t]	النّون	[n]
الطاء	[ṭ]	اللام	[l]
السّين	[s]	الياء	[j]
الصّاد	[ş]	الجيم	[ ]
الكاف	[k]	الرّاء	[r]
الخاء	[x]	الشين	[Š]
الحاء	[ħ]	القاف	[q]
الهاء	[h]	الغين	[y]
العين	[.]	الهمزة	[.]

2 – الصّوائت(39) :

الصّوت	رمزه	الصّوت	رمزه
فتحة قصيرة	[a]	فتحة طويلة	[à]
كسرة قصيرة	[i]	كسرة طويلة	[î]
ضمّة قصيرة	[u]	ضمّة طويلة	[ù]
الكسرةالقصيرة المماَلة	[e]	الكسرة الطويلة المماَلة	[é]

مـلاحـظـة :

لا تُرسم في الكتابة الصّوتيّة إلاّ الوحدات التي تنطق، فتسمع يقطع النّظر عن الرسم المألوف والمطلوب لها في الكتابة العاديّة، فالكتابة الصّوتيّة لا ترسم مثلا : الألف الأخيرة في الفعل المسند إلى جمع الغائبين (هم فعلوا) لأنّها لا تنطق . . .الخ أمّا التّضعيف فيرسم بتكرار الحرف نفسه(40).

2 – طبيعة الصّوت وخصائصه :

إنّ الخصائص الفيزيائية والسّمعية للأصوات، ثلاث وهي(41) :

1 – التردّد الفيزيائي Frequency تقابله الحدّة (pitch) من النّاحية السمعية والإدراكيّة.

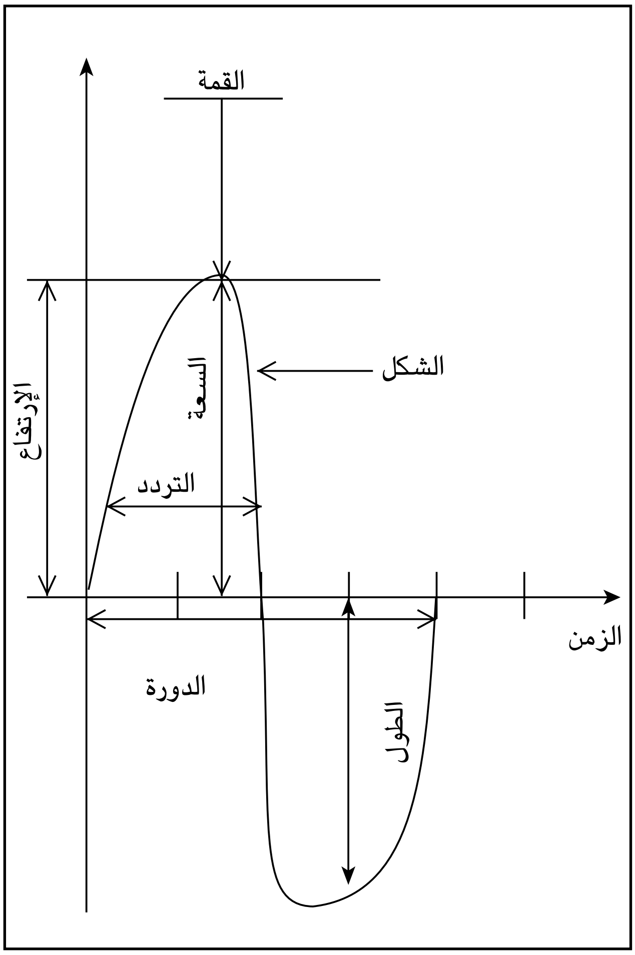
2 – الشدّة الفيزيائية Intensity التي تقابلها علو الصّوت Loudness من الناحية السّمعية والإدراكية.

3 – الشكل الموجي الفيزيائي Waverform والذي يقابله نوع الصّوت Soud Quality من الناحية السّمعية والإدراكية.

فاهتزاز الكتلة الهوائية وكذا بعض الموارد الأخرى المحيطة بمصادر الصوت يقوم بإنتاج الطبقات الصوتية التي في مدى الاستماع البشري، والصّوت عبارة عن تحرك موجات مشابهة لانتشار موجات الرّاديو أو الماء، واتساع الصّوت هو الذي يحدّد مدى جهارته. Loudness أمّا التردّد الصّوتي Frequency فهو يحدّد طبقة الصّوت Pitch والنّغم Tone هو الصّوت الذي يتحدد عن طريق: حجمه Volume ونوعيته : Quality، ومدّته : Duration وطبقته Pitch (42).

وبذلك يكون الصّوت ظاهرة فيزيائية اهتزازية تنتشر في الهواء، داخل حيّز سرعته بمتوسّط 340 Hz/ثا. ويظهر ذلك عن طريق موجات أو ذبذبات، ويتحدّد مجال الصّوت بالأذن البشريّة بين حدّ أدنى للتردّد يُقدّر بحوالي 20 أو25 هرتز وحدّ أقصى يحدّد 20 ألف هرتز(43) فيتراوح عند الطّفل بمعدّل 360 Hz/ثا وعند المرأة حوالي 280 Hz/ثا وعند الرّجل بمعدّل 170 Hz/ثا(44).

وينتشر الصّوت بسرعة تقلّ عن سرعة انتشار الضّوء بمليون مرّة تقريبا(45).



خصائص الموجة الصّوتية⁽⁴⁶⁾

3 – أجهزة تسجيل الصّوت :

لا يتمّ التّقييد الأمين والكامل لأصوات العيّنة إلاّ بآلات خاصّة استُعملت أثناء المعالجة، وهي :

1 – المسجّل : عبارة عن جهاز يقوم بتسجيل الصّوت الوارد إليه بواسطة الميكروفون. ويستطيع إعادة هذا الصّوت إلينا بعد عملية التسجيل مباشرة.

2 – السّمّاعات والميكروفون : مهمة السّمّاعات إيصال الصّوت إلى أذني المستمع. أمّا الميكروفون فمهمّته الرّئيسية التّسجيل أو نقل الصّوت عبر التوصيلات الإلكترونية.

3 – مكبرّ الصوت : يريح الأذن من ضغط السمّاعتين، ولكن يؤخذ على مكبر الصوت عدم قدرته على نقل الصّوت بالأمانة والجودة نفسها التي تؤديها السمّاعتين.

4 – الحاسوب : كوسيلة بصريّة تقوم عليها المعالجة الآلية للصّوت.

5 – البرنامج : وهو برنامج خاص يقوم بالتّحليل وعرض النتائج بالدقة المتناهية سواء في التمثيل البياني للموجة الصّوتية المراد معالجتها أو أثناء التحليل الطّيفي لها مثل برنامج محلّل الصوت (Speech Analyseur).

6 – القرص : اللّيّن أو الصّلب وذلك لحفظ المعلومات واسترجاعها وقت الحاجة.

البرنامج المستعمل في هذه الدّراسة هو البرنامج التّطبيقيّ - Speech Analyseur - (S.A) والذي يحتوي على الأنماط التاليّة⁽⁴⁷⁾ :

1 – wav ملفّ صوتي.

2 – waveforme شكل الموجة.

3 – magnitude الحجم.

4 – pitch درجة التموّج.

5 – spectrogram الطيف أو الشبح.

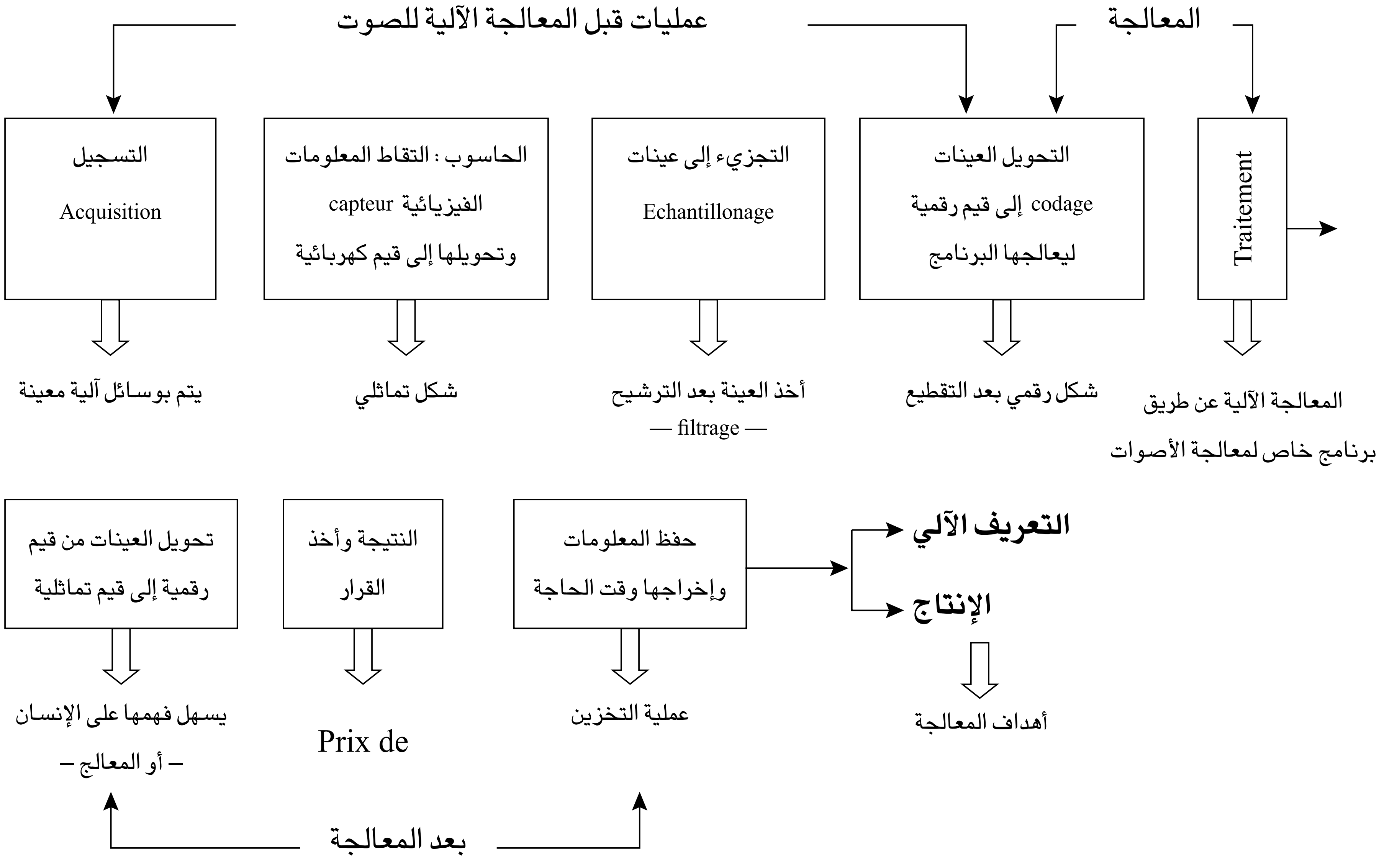
6 – formants البواني.

ويمكن لمحلل الصوت (S.A) أن يعرض صورة طيفيّة من خلال التدرّج الرّماديّ أو من خلال ألوان تبرز فيها بواني الموجة الصوتية، مزوّداً بمعطيات متضمّنة الدّرجة بالهرتز.

فبفضل الصّورة الطّيفيّة نستطيع أن نقف على خصائص أيّ صوت كما تمكّننا الصّورة من التّعرّف على تغيّرات التردّد بوحدة (HZ) مع الزّمن المستغرق بالثانية (ثا)⁽⁴⁸⁾ من أجل أعمال أخرى يبيّن المحلل الطّيفيّ كيف يتغيّر طيف التّركيب الصّوتيّ عبر الزّمن، فبعض الأصوات كما هو الشأن بالنّسبة للصّوائت، اهتزازات اعتياديّة بالرّغم من تعقيد هذه الاهتزازات – نوعا ما – إلاّ أنّ بعضا آخر من الأصوات أمثال الصّوامت لها مجموعة من الاهتزازات الاعتياديّة غير أنّها تكون معقدّة إلى حدّ ما تستطيع الظّهور هي أيضا لتكرّر نفسها⁽⁴⁹⁾.

7 – طريقة معالجة الصّوت :

وتتم معالجة الصّوت عن طريق السّلسلة الفيزيائية :


عمليات قبل المعالجة الآلية للصوت
المعالجة
التسجيل
Acquisition
يتم بوسائل آلية معينة
الحاسوب : التقاط المعلومات
الفيزيائية capteur
وتحويلها إلى قيم كهربائية
شكل تماثلي
التجزيء إلى عينات
Echantillonage
أخذ العينة بعد الترشيح
— filtrage —
التحويل العينات
إلى قيم رقمية codage
ليعالجها البرنامج
شكل رقمي بعد التقطيع
Traitement
المعالجة الآلية عن طريق
برنامج خاص لمعالجة الأصوات
تحويل العينات من قيم
رقمية إلى قيم تماثلية
يسهل فهمها على الإنسان
– أو المعالج –
النتيجة وأخذ
القرار
Prix de
حفظ المعلومات
وإخراجها وقت الحاجة
عملية التخزين
التعريف الآلي
الإنتاج
أهداف المعالجة
بعد المعالجة

فهذه السلسلة الفيزيائية في معالجة الصوّت آليا تعتبر همزة وصل بين الحاسوبيّ (informaticien) واللّساني (Linguiste)(50). حيث تتضافر الجهود بينهما وذلك لخدمة اللّغة عامّة واللّغة العربيّة بصفة خاصّة.

ثانيا : دراسة العينات التّطبيقية :

1 – تحديد العيّنات الصوّتيّة :

يتمّ تسجيل العيّنات المطلوبة بإتباع المراحل التّالية :

1/ تسجيل العيّنة الصوّتيّة كما هي في الأصل المرجعيّة الثّابتة(51) وتسجيل أيضا ما يقابلها من نطقها اعتبارها متغيّراً صوْتيّا.

2/ تحويل التّسجيل المسموع في القرص الليّن السّمعي (CD-ROM Audio) إلى نوع خاصّ يدعى (Mode wav) والمستخدم للتّحليل الصوّتيّ (S.P).

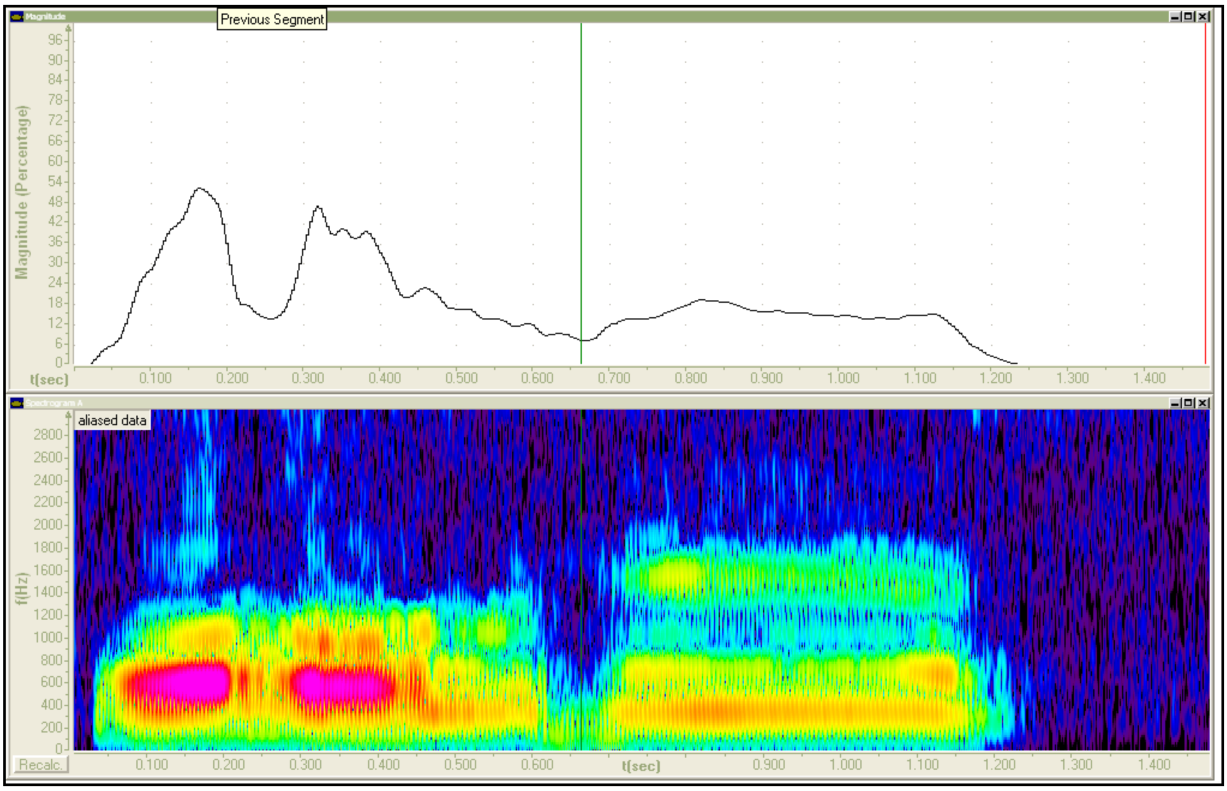
2 – كيفية دراسة بعض العيّنات التّطبيقية : (52)

الجزء الأوّل :

يمثل المنحنى البيانيّ – التّمثيل البيانيّ – الصوتي للعيّنة مع إبراز درجة التغيّرات على المستوى العمودي والمشار إليه (التّغيّرات) أي التردّد، ودلالة الزّمن على المستوى الأفقي بالثانية (ثا).

الجزء الثاني :

يمثّل الصّورة الطّيفيّة أو الشّبحيّة لصوت العيّنة على معلم متعامد، وهنا يظهر تغير التردّد بوحدة الهرتز (HZ) العمودي، والأفقي يظهر الزّمن (ثا).



الهــوامــش :

(1) – الخصائص – ابن جني – ج 01 – ص 33.

(2) – ينظر : محاضرات في علم النفس – حنفي بن عيسى – الجزائر – الشركة الوطنية للنّشر والتّوزيع – ط : 02 – 1980م – ص 54.

(3) – ينظر :أسس علم اللّغة – ماريوباي – ترجمة أحمد مختار عمر – ليبيا – جامعة طرابلس – د ط – 1973م – ص 38.

(4) – ينظر : المرجع نفسه والصفحة – وينظر : المدخل إلى علم الأصوات – دراسة مقارنة – صلاح الدين صالح حسنين – سوريا – دار الاتحاد العربي – ط 1 – 1971م – ص 22.

(5) – رسالة أسباب حدوث الحروف – أبو عليّ الحسين بن عبد الله بن سينا – تح : محمد حسان الطيّان ويحي مير عليّ – سوريا – دمشق – دار الفكر – مطبوعات مجمع اللغة العربية – ط 1 – 1983م – ص 65.

(6) – المصدر نفسه – 136.

(7) – ينظر : أصوات اللّغة – عبد الرحمن أيوب – القاهرة – مطبعة الكيلاني – ط 2 – 1968م – ص 95.

(8) – الخصائص – ابن جني – ج 2 – ص 141.

(9) – ينظر : مباحث في علم اللّغة ومناهج البحث اللّغوي – نور الهدى لوشن – الإسكندرية – المكتبة الجامعية الأزريطية – دط – دت – ص 108.

(10) – المرجع نفسه والصفحة.

(11) – ينظر : مباحث في علم اللّغة ومناهج البحث اللّغوي – نور الهدى لوشن – ص 108.

(12) – المرجع نفسه – ص 109.

(13) - Oxford Advanced Learnes Dictionary - A.S - Horn by Oxford university – Press - P1222.

(14) – ينظر:مباحث في علم اللّغة ومناهج البحث اللّغوي – نور الهدى لوشن – ص 109.

(15) – ينظر الصوتيات عند ابن جني – في ضوء الدراسة اللغوية المعاصرة – عبد الفتاح المصري – التراث العربي – دط – دت – ص 233.

(16) – ينظر : مناهج علم اللّغة من هِرمان باول حتى ناعوم تشومسكي – بريجبيته بارتشت – ترجمة ّسعيدَ حسن بحيري – مصر الجديدة – مؤسسة المختار للنشر والتوزيع – ط 1 – 1425هـ – / 2004م – ص 80.

(17) – ينظر : جماليّة الصوت اللغوي – دراسة لغوية نقدية – عليّ السيّد يونس – القاهرة – دار غريب للطباعة والنّشر – دط – 2002م – ص 68.

(18) – ينظر : الموازنة بين اللهجات العربية الفصيحة – دراسة لسانية في المدوّنة والتركيب – عبد الجليل مرتاض – الجزائر – دار الغرب للنشر والتوزيع – دط – 2002م – ص 54.

(19) – ينظر : علم وظائف الأصوات اللغوية – الفونولوجيا – عصام نور الدين – ص 06.

(20) – ينظر : كتاب العين – الخليل بن أحمد الفراهيدي – تح : مهدي المخزومي، وإبراهيم السمرائي – بيروت – المؤسسة الإعلامية للمطبوعات – دط – دت – ج 01 – ص 47.

(21) – ينظر : المرجع السابق – ص06.

(22) – الكتاب – سيبويه أبو بشر عمرو بن قنبر – تح : عبدا لسلام هارون – بيروت – عالم الكتب – ط 03 – 1983م – ج 04 – ص 431.

(23) – ينظر : علم علم وظائف الأصوات اللغوية – الفونولوجيا – عصام نور الدين – ص 163.

(24) – الكتاب – سيبويه – ج 04 – ص 433. وينظر : علم وظائف الأصوات اللغوية – الفونولوجيا – عصام نور الدين – ص 164.

(25) – سرّ صناعة الإعراب – ابن جنّي – ج 01 – ص 06. وينظر : علم وظائف الأصوات اللغوية – الفونولوجيا – عصام نور الدين – ص 164.

(26) – الخصائص – ابن جنّي – ج 01 – ص 33.

(27) – سرّ صناعة الإعراب – ابن جنّي – ج 01 – ص 19.

(28) – ينظر : في أصوات العربية – مجدي إبراهيم محمد إبراهيم – القاهرة – مكتبة النهضة المصريّة – ط 01 – 1422هـ 2001م – ص 19. وينظر الصّوتيات العربية – منصور بن محمد الغامدي – السعودية – مكتبة التوبة العربية – ط 1 – 1421هـ – 2001م – ص 37. وينظر : الأصوات اللغويّة – إبراهيم أنيس – ص 235.

(29) – ينظر : علم الأصوات اللّغوية – الفونيتيكا – عصام نور الدّين – بيروت – دار الفكر اللّبناني – ط 01 – 1992م – ص 196.

(30) – ينظر : في أصوات العربية – دراسة تطبيقية – مجدي إبراهيم محمد إبراهيم – ص 19.

(31) – ينظر المرجع نفسه والصّفحة. وينظر :

(32) - Six leçons et le sens - Roman Jakobson - les éditions de minuit – Paris – 1976 – p. 23.

(33) – الصوتيات العربية – منصور الغامدي – ص 82.

(34) – العربية لغة العلوم و التقنية – عبد الصبور شاهين – القاهرة – دار الاعتصام للطباعة و النشر – ط 02 – 1406هـ 1986م، ص 47.

(35) – أثر القراءات في الأصوات و النحو العربي – عبد الصّبور شاهين – القاهرة – مكتبة الخانجي – مطبعة المدني– ط 01 – 1408هـ – 1987م – ص 377.

(36) – ينظر الصوتيات العربية – منصور الغامدي – ص 38.

(37) – ينظر :المعجم المفصّل في علوم اللغة (الألسنيات) – محمّد التونجي، وراجي الأسمر – مراجعة : إميل يعقوب – لبنان – بيروت – دار الكتب العلمية – ط 01 – 1414هـ – 1993م – ج 01 – ص 11.

(38) – ينظر : مقدّمة في اللغويات المعاصرة – شحادة فارع، وجهاد حمدان، وموسى عمايرة، ومحمّدعناني – ص 318.

(39) – مدخل في الصّوتيات – عبد الفتاح إبراهيم – ص 22.

(40) – مدخل في الصّوتيات – عبد الفتاح إبراهيم – ص 22. وينظر : الحركة الطّويلة في سورة طه – دراسة وصفيّة تحليلية – حازم عليّ كمال الدّين – القاهرة – مكتبة الآداب – دط 2005م – ص 08.

(41) – مدخل في الصّوتيات – عبد الفتاح إبراهيم – ص 23.

(42) – طبيعة الأصوات عند بن سينا – محمد صالح الضّالع –الإسكندرية – دار المعرفة الجامعية – د ط – د ت – ص 42.

(43) – موسوعة عالم الإلكترونيات – 19 – أمين فهمي – لبنان – بيروت – دار الرّاتب الجامعيّة – د ط – د ت – ص 37.

(44) – مدخل في الصوتيات – عبد الفتاح إبراهيم – ص 63. وينظر :

(45) - Francoie Argod – Dutard Masson et Armand Colin Éditeurs – Paris – p. 27 - Element de phonétique Appliquée.

(46) – ينظر : الفيزياء المسليّة – ياكوف بيريلمان – ترجمة : داود سليمان المنير – لبنان – بيروت – المكتبة الثقافية – د ط – 1414هـ /1993م – ص 306.

(47) – ينظر : علم اللسانيات الحديثة – عبد القادر عبد الجليل – الأردن – عمّان – دار الصّفاء للنّشر – ط 01 – 1422هـ/2002م – ص 352.

(48) – ينظر : الأسلوب والأداء – دراسة صوتيّة تباينية في القراءات القرآنية – خير الدّين سيب – ص 237.

THE PHYSICS OF SPEECH – DENNIS DAGE - REPRINTED IN – 1989 – P.98.

(49) – ينظر : الكلام إنتاجه وتحليله – عبد الرّحمن أيّوب جامعة الكويت – طباعة ذات السلاسل – ط 01 – 1404هـ/1989م – ص 267.

(50) – التقييم والتقويم الآليان للمنطوق العربيّ– دراسة لسانيّة حاسوبيّة للأصوات الحلقية – كمال خربوش – مذكّرة لنيل شهادة الماجستير في اللسانيات التطبيقيّة – قسم اللغة العربية وآدابها – جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان 2004م/2005م – ص 160.

– هناك بعض الإشارات في :

Informatique graphique – méthodes et modèles – Bernard Péroche Djamchid Ghazanfarpour – Dominque Michelucci - Marc Rolens - Edition Hevmes - Paris – France : 1997. p. 20.

(51) – ينظر : الحجة في القراءات السبّع – ابن خالويه – ص 66. وينظر : النشر في القراءات العشر – ابن الجزريّ – ج 02 – ص 24.

(52) – ينظر : الصّوتيات العربيّة – منصور الغامدي – ص 111 وما بعدها. وينظر : الأسلوب والأداء – دراسة صوتية تباينية في القراءات القرآنية – خير الدّين سيب – ص 241.